

УДК 621.892.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ПАРАМЕТРАМ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

Шрам В.Г., Рунда М.М., Лысянников А.В.

Научный руководитель – д-р. техн. наук Безбородов Ю.Н., д-р. техн. наук  
Ковальский Б.И.

*Сибирский федеральный университет*

В современных методов определения термоокислительной стабильности смазочных материалов проводились исследования при статических температурах в диапазоне от 150 до 180 °С, что позволило установить их сопротивляемость окислению при каждой температуре, определить зависимость ресурса от температуры и тем самым обосновать температурную область применения исследуемого масла. Однако в реальных условиях эксплуатации техники температурный режим изменяется в некоторых пределах и определяется внешними температурными условиями и режимами эксплуатации, которые также изменяются. Поэтому определение термоокислительной стабильности смазочных материалов при циклическом изменении температуры испытания является актуальной задачей.

Исследование проводилось при использовании прибора для определения термоокислительной стабильности; фотометра; малообъемного вискозиметра и электронных весов для определения соответствующих показателей: коэффициент поглощения светового потока, вязкости и летучести. Продолжительность окисления испытуемого масла определяется достижением значений коэффициента поглощения светового потока  $K_n$  равного 0,7–0,8 ед.

Для исследования выбраны синтетические моторные масла: 1. Mannol Elite 5w-40 SL/CF; 2 – Spectrol Polarm 0w-40 SJ/CF; 3 – Castrol GTX 0w-30 SL/CF. Все масла являются всесезонными и универсальными, применяются как для бензиновых, так и дизельных двигателей. Первое и третье масла относятся к одной группе эксплуатационных свойств для бензиновых двигателей SL, а второе – к группе SJ более низкий. Для дизельных двигателей группа одинаковая – CF. Масла 1 и 2 испытывались при циклическом изменении температуры испытания от 150 до 180 °С, а масло 3 в диапазоне от 160 до 190 °С с шагом изменения температуры – 10 °С.

В результате исследования установлено, что при окислении синтетических масел изменяются оптические свойства и летучесть, поэтому показателем термоокислительной стабильности предложен коэффициент  $E_{\text{ТОС}}$  определяемый суммой

$$E_{\text{ТОС}} = K_{\Pi} + K_G, \quad (1)$$

где  $K_{\Pi}$  – коэффициент поглощения светового потока;  $K_G$  – коэффициент летучести:

$$K_G = m/M, \quad (2)$$

где  $m$  и  $M$  – соответственно массы испарившегося масла и масла оставшегося за определенный период времени окисления.

Зависимости коэффициента термоокислительной стабильности  $E_{\text{ТОС}}$  от времени окисления представлены на рис. 1. Коэффициент  $E_{\text{ТОС}}$  – это комплексный параметр, позволяющий сравнивать различные масла и определять их температурный диапазон работоспособности.

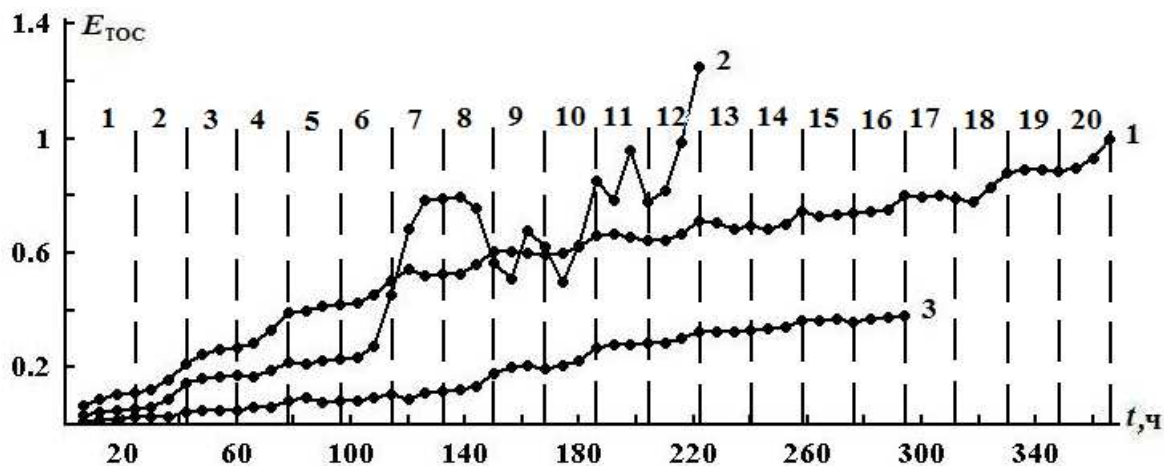


Рис. 1. Зависимость коэффициента термоокислительной стабильности от времени окисления синтетических моторных масел при циклическом изменении температуры в диапазоне от 150 до 180 °C: 1 – Mannol Elite 5w-40 SL/CF; 2 – Spectrol Polarm 0w-40 SY/CF; 3 – Castrol GTX 0w-30 SL/CF: четные цифры – циклы повышения температуры; нечетные цифры – циклы понижения температуры.

Согласно полученным данным, масло Mannol Elite 5w-40 SL/CF (кривая 1) выдержало 10 циклов повышения температуры и 10 циклов понижения. Масло Spectrol Polarm 0w-40 SY/CF (кривая 2) выдержало 6 циклов повышения температуры и 7 – понижения, а масло Castrol GTX 0w-30 SL/CF (кривая 3) выдержало 8 циклов повышения и 8 циклов понижения температуры испытания, причем в диапазоне от 160 до 190 °C. Поэтому наибольшим сопротивлением окислению характеризуется масло Castrol GTX. Однако данное масло имеет по классификации одинаковую группу эксплуатационных свойств с маслом Mannol Elite – SL, что указывает на несовершенство системы классификации синтетических масел.

Для масла Spectrol Polarm имеет отличительные особенности, заключающиеся в том, что начиная с шестого цикла температуры испытания от 150 до 180 °C окислительные процессы значительно ускоряются и в циклах от седьмого до двенадцатого коэффициент  $K_n$  подвержен значительным колебаниям, как в сторону увеличения, так и уменьшения. Такое явление может объясняться процессами коагуляции продуктов окисления.

Предельной температурой работоспособности является температура для масел: Mannol Elite 5w-40 SL/CF – 180 °C; Spectrol Polarm 0w-40 SY/CF – 170 °C; Castrol GTX 0w-30 SL/CF – 200 °C.

Вязкость при окислении синтетических масел оценивалось коэффициентом относительной вязкости  $K_\mu$ , определяемым отношением

$$K_\mu = \mu_o / \mu_{\text{исх}}, \quad (3)$$

где  $\mu_o$  и  $\mu_{\text{исх}}$  – вязкости окисленного и товарного масел соответственно.

На рис. 2 представлены зависимости коэффициента относительной вязкости  $K_\mu$  от времени окисления синтетических моторных масел. Установлено, что вязкость масла Mannol Elite (кривая 1) в течение одиннадцати циклов изменения температуры испытания – стабильна и ниже товарного примерно на 10 %. Начиная с одиннадцатого до четырнадцатого циклов она уменьшается на 23 %, а затем увеличивается и в конце двадцатого цикла (366 ч) увеличилась на 27 % по сравнению с товарным маслом.

Для масла Spectrol Polarm наблюдается тенденция снижения вязкости в течение семи циклов испытания на 40 %, а затем увеличения и после 224 ч испытания она увеличилась на 5 % по сравнению с товарным маслом.

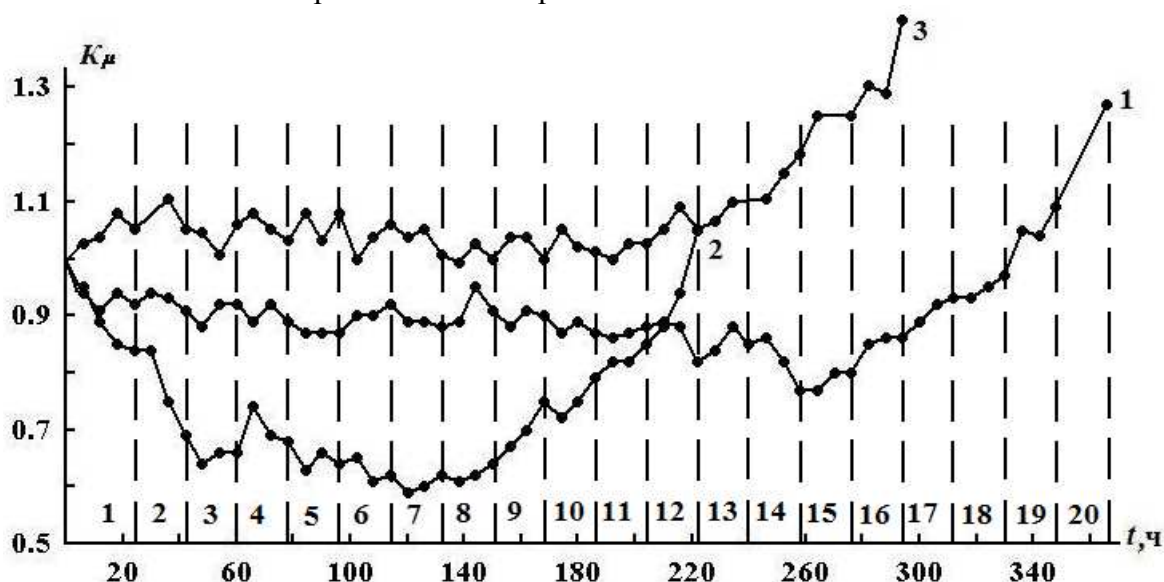


Рис. 2. Зависимость коэффициента относительной вязкости  $K_\mu$  от времени окисления синтетических моторных масел при циклическом изменении температуры в диапазоне от 150 до 180 °С (усл. обозн. см. на рис. 1)

Масло Castrol GTX характеризуется стабилизацией вязкости в течение одиннадцати циклов изменения температуры на уровне выше товарного на 7 %. Дальнейшее окисление приводит к ее увеличению на 40 % после 274 ч. Данное масло испытывалось в диапазоне изменения температур от 160 до 190 °С. В этой связи можно утверждать, что пусковые свойства наилучшие у масла Spectrol Polarm.

Предложенные средства измерения и методика испытания смазочных материалов при циклическом изменении температуры позволяют определить изменения оптических свойств, летучести и вязкости при окислении, что позволяет сравнивать различные масла и сделать выводы о соответствии их классификации по группам эксплуатационных свойств.

Предложен коэффициент термоокислительной стабильности смазочных материалов, учитывающий изменение оптических свойств и летучести при термостатировании, оценить их сопротивляемость окислению и определить предельную температуру работоспособности.